

POWERED BY **Dialog****Unattached flexible pipe for use in undersea oil exploration****Patent Assignee:** COFLEXIP; TECHNIP FRANCE; COFLEXIP SA**Inventors:** MALOBERTI R A; SEGUIN B R; MALOBERTI R; SEGUIN B**Patent Family**

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Week	Type
EP 937932	A2	19990825	EP 98403017	A	19981202	199939	B
FR 2775052	A1	19990820	FR 981969	A	19980218	199940	
AU 9897107	A	19990902	AU 9897107	A	19981215	199948	
BR 9805613	A	19991109	BR 985613	A	19981221	200011	
US 6123114	A	20000926	US 98213575	A	19981217	200051	
AU 748169	B	20020530	AU 9897107	A	19981215	200247	
EP 937932	B1	20050112	EP 98403017	A	19981202	200505	

**Priority Applications (Number Kind Date):** FR 981969 A ( 19980218)**Patent Details**

Patent	Kind	Language	Page	Main IPC	Filing Notes
EP 937932	A2	F	12	F16L-011/08	
Designated States (Regional): AL AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LT LU LV MC MK NL PT RO SE SI					
FR 2775052	A1			F16L-011/16	
AU 9897107	A			F16L-011/08	
BR 9805613	A			F16L-011/16	
US 6123114	A			F16L-011/08	
AU 748169	B			F16L-011/08	Previous Publ. patent AU 9897107
EP 937932	B1	F		F16L-011/08	
Designated States (Regional): DK FR GB					

**Abstract:**

EP 937932 A2

**NOVELTY** The pipe structure includes a pressure vault, internal traction armor (5), external traction armor (7) and an external watertight sleeve (8). An intermediate sealed sleeve (6) is placed between the two groups of armor. The internal traction armor is wound with an angle of between 35 and 55 degrees and the external traction armor is wound with an angle of less than 30 degrees.

This Page Blank (uspto)

**DETAILED DESCRIPTION** Each traction armor contains at least two layers of armor (9,10) wound in opposite directions and the difference in angle between the internal and external armor is more than 5 degrees and preferably between 10 and 15 degrees. The external armor is made of carbon fiber. The rigidity of the external armor is greater than that of the internal armor, preferably in a ratio of between 1 and 4. In addition the pipe has a drainage system with one end open to atmospheric air and the other opening between the layers of the internal armor.

USE Flexible pipe used in undersea oil exploration.

**ADVANTAGE** Effective resistance to the high pressure at great depths.

**DESCRIPTION OF DRAWING(S)** Partial section of flexible pipe.

Metal tube (1)

Internal sleeve (2)

Pressure vault (3)

Mesh (4)

Internal armor (5)

Intermediate sleeve (6)

External armor (7)

External sleeve (8)

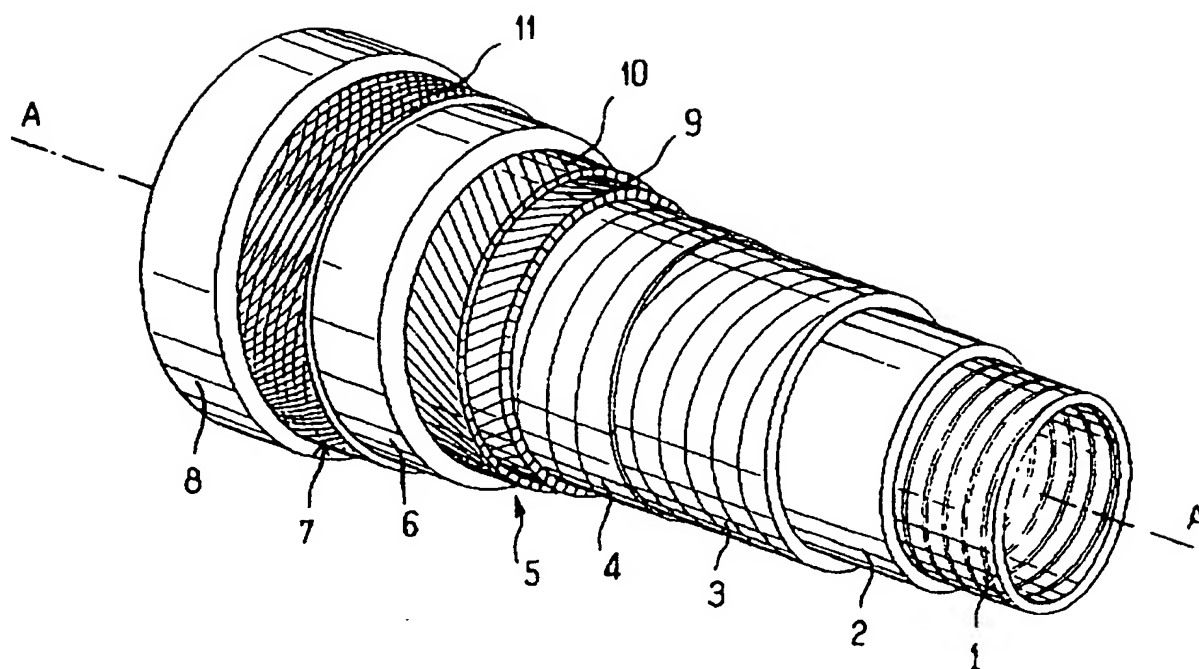
Layer of armor (9)

Layer of armor (10)

Carbon fiber braid (11)

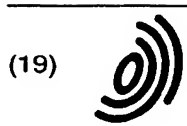
pp; 12 DwgNo 1/5

This Page Blank (uspto)



Derwent World Patents Index  
© 2005 Derwent Information Ltd. All rights reserved.  
Dialog® File Number 351 Accession Number 12654701

This Page Blank (uspto)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11) **EP 0 937 932 A2**

(12) **DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(43) Date de publication:  
25.08.1999 Bulletin 1999/34

(51) Int. Cl.<sup>6</sup>: **F16L 11/08**

(21) Numéro de dépôt: **98403017.1**

(22) Date de dépôt: **02.12.1998**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Inventeurs:  
• **Seguin, Bruno Roger**  
30000 Nîmes (FR)  
• **Maloberti, René Antoine**  
94500 Champigny sur Marne (FR)

(30) Priorité: **18.02.1998 FR 9801969**

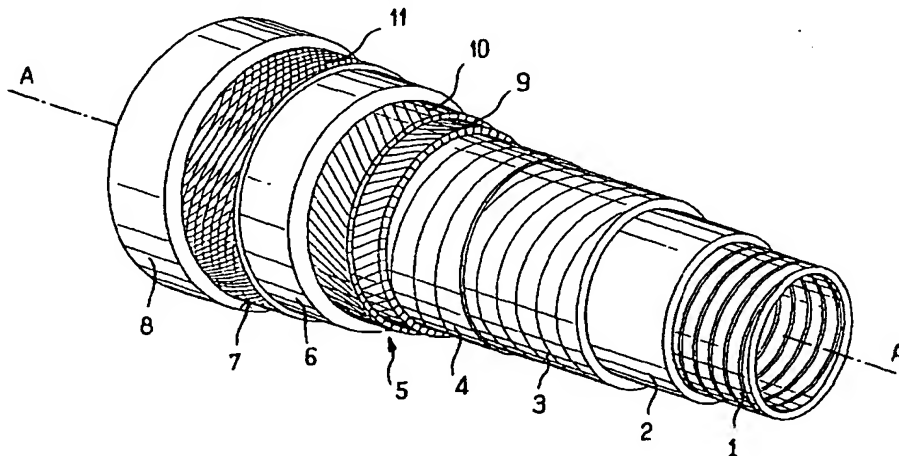
(74) Mandataire: **Levy, David et al**  
**c/o S.A. FEDIT-LORIOT & AUTRES**  
**CONSEILS EN PROPRIETE INDUSTRIELLE**  
38, Avenue Hoche  
75008 Paris (FR)

(71) Demandeur: **COFLEXIP**  
75116 Paris (FR)

(54) **Conduite flexible pour colonne montante dans une exploitation pétrolière en mer**

(57) Elle est du type non lié et comprend de l'intérieur vers l'extérieur, un ensemble interne qui comporte une voûte de pression, un premier groupe d'armures de traction intérieur (5), un deuxième groupe d'armures de traction extérieur (7) et une gaine d'étanchéité externe (8), les armures de traction desdits groupes intérieur et extérieur étant enroulées avec un angle d'armage inférieur à 55°, caractérisée en ce qu'une gaine intermé-

diaire étanche (6) est interposée entre les deux groupes d'armures de traction intérieur (5) et extérieur (7), le groupe d'armures de traction intérieur (5) étant enroulé à pas court et avec un angle d'armage supérieur à 35° et inférieur à 55° et le groupe d'armures de traction extérieur (7) étant enroulé à pas long et avec un angle d'armage inférieur à 30°.



**FIG. 1**

**EP 0 937 932 A2**

## Description

[0001] La présente invention concerne une structure hybride pour une conduite flexible constituant une colonne montante dans une exploitation pétrolière en mer et adaptée au transport d'effluents sous pression. La structure selon la présente invention est particulièrement adaptée aux conduites flexibles du type "riser", c'est-à-dire des conduites flexibles déroulées à partir d'une installation de surface telle qu'une plate-forme et qui sont connectées aux installations sous-marines et dont la majeure partie ne repose pas sur le fond marin. De telles conduites flexibles travaillent en dynamique contrairement aux conduites flexibles posées sur le fond marin, dites "flow line" qui travaillent essentiellement en statique.

[0002] Les conduites flexibles ou riser qui relient les installations de surface à l'équipement de fond tel qu'une tête de puits ou un collecteur (manifold en anglais) présentent des configurations variées comme par exemple celles qui sont représentées dans le "Recommended Practice for Flexible Pipe" API 17B, édition du 01/06/88.

[0003] Les conduites flexibles, conçues pour être utilisées en mer peu profonde ou à des profondeurs moyennes (typiquement entre 100 et 800 m), présentent des structures qui peuvent varier dans de larges limites, en fonction des conditions d'utilisation.

[0004] Les conduites flexibles les plus utilisées dans une exploitation pétrolière sont en général du type non liées (unbonded en anglais) dans lesquelles les différentes couches successives et distinctes présentent une certaine liberté de se déplacer l'une par rapport à l'autre, et elles comprennent de l'intérieur vers l'extérieur, une carcasse constituée par exemple d'un feuillard agrafé qui sert à empêcher l'écrasement de la conduite sous pression externe, une gaine d'étanchéité interne en polymère, une voûte de pression constituée par au moins un fil de forme agrafé et enroulé selon une spirale à faible pas proche de 90°, des armures dites de traction dont l'angle d'armage, mesuré sur l'axe longitudinal de la conduite est inférieur à 55° et une gaine externe d'étanchéité en polymère. Une telle conduite flexible est désignée comme étant un flexible dont l'élément le plus intérieur est constitué par une carcasse (Rough-bore en anglais).

[0005] Lorsqu'une conduite flexible comprend de l'intérieur vers l'extérieur, une gaine d'étanchéité interne, une voûte de pression constituée par des fils de forme enroulés à pas court et destinée à supporter les contraintes radiales provoquées par la circulation des effluents dans la conduite flexible, une gaine anti-collaps, une ou plusieurs armures de traction et de pression enroulées autour de la gaine anti-collaps et une gaine d'étanchéité externe en polymère, elle est appelée "Smooth-bore" parce que l'élément le plus intérieur est une gaine étanche à paroi lisse.

[0006] Les éléments constitutifs de ces diverses struc-

tures sont définis dans les documents API 17B et 17J du document rappelé ci-dessus.

[0007] Dans une variante, la conduite flexible ne comprend pas de voûte de pression et les nappes d'armures sont spiralées à pas inverse avec des angles d'armage voisins de 55°. Dans ce cas, les pressions interne et externe ainsi que les efforts de traction s'exercent ou sont retenus par ces nappes d'armures ; une telle conduite flexible est dite équilibrée.

[0008] Des exemples de structures de conduites flexibles sont décrits par exemple dans FR-A-2 619 193 et FR-A-2 557 254.

[0009] Dans FR-A-2 619 193, il est proposé une conduite flexible dont les variations dimensionnelles, notamment dans le sens axial, peuvent être contrôlées de manière à présenter lors d'une mise en pression interne élevée, une stabilité dimensionnelle ou un raccourcissement contrôlé.

[0010] Dans FR-A-2 557 254, la conduite flexible est prévue pour ne pas présenter une variation notable de longueur lorsqu'elle est soumise à une pression interne avec "effet de fond direct" qui est induit par la pression régnant dans la conduite flexible.

[0011] Dans DE-A-34 40 459, il est décrit une conduite flexible comprenant notamment un ensemble interne étanche et des nappes d'armures de traction. Toutefois, il n'y a qu'un seul groupe d'armures de traction avec une gaine d'étanchéité disposée autour d'un enroulement qui pourrait constituer une voûte de pression, ainsi que cela est décrit notamment dans les documents API 17B et 17J rappelés ci-dessus.

[0012] Dans US-A-4 403 631, il est décrit une conduite flexible comprenant de l'intérieur vers l'extérieur, une gaine d'étanchéité interne, une voûte de pression constituée par un ou plusieurs enroulements d'un fil à section appropriée, une gaine anti-collaps, plusieurs nappes d'armures de traction et une gaine d'étanchéité externe. Dans une forme de réalisation, l'angle d'armage de l'enroulement de la voûte de pression est court, par exemple compris entre 60 et 85°, alors que l'angle d'armage des armures de traction est compris entre 0 et 20°. Dans une autre forme de réalisation, l'angle d'armage des armures de traction est compris entre 75 et 90°.

[0013] Dans ce dernier document, la gaine disposée entre la voûte de pression et la première nappe d'armures de traction est, comme usuellement admis dans le type de conduite décrit, une gaine anti-collaps. En aucun cas, elle ne peut être considérée comme étant une gaine intermédiaire disposée entre des groupes d'armures de traction.

[0014] Dans les conduites flexibles actuellement disponibles, les armures sont calculées pour résister à toutes les sollicitations qu'elles subissent lors de la fabrication, le transport, la pose, le service et la récupération.

[0015] Dans le cas où les conduites sont amenées à transporter du gaz, seul ou associé à des liquides,



notamment des hydrocarbures liquides ou des mélanges diphasiques, il a été proposé pour assurer l'évacuation du gaz qui diffuse nécessairement à travers les divers éléments constitutifs de la conduite flexible, de rendre le revêtement extérieur relativement perméable dans la partie émergée de la conduite flexible, soit par des trous, soit en choisissant un matériau à perméabilité au gaz plus élevée que celle du matériau du tube interne. Il est également connu de réaliser des zones d'affaiblissement dans le revêtement extérieur, notamment des rainures ou des trous non débouchants pour former des emplacements d'éclatement en cas de surpression, offrant ainsi un passage préférentiel pour l'échappement du gaz (bursting discs). Dans le brevet FR-A-2 553 859, il est prévu de réaliser un débit de fuite à l'aide d'un évidement réalisé dans un embout dont est munie la conduite et qui communique avec l'espace annulaire extérieur de l'ensemble des armatures.

[0016] Dans EP 0 341 144, il est décrit une conduite flexible dans laquelle est ménagée une tubulure qui met en communication la zone annulaire externe avec l'environnement extérieur, ladite tubulure débouchant, d'une part, entre la gaine d'étanchéité externe et la dernière nappe d'armures supérieure et, d'autre part, dans une soupape qui travaille en pression différentielle.

[0017] Quel que soit le type de conduite flexible qui est utilisé pour constituer une colonne montante (riser) entre les équipements de fond et de surface, ladite conduite flexible progresse dans l'eau de manière contrôlée de sorte que, jusqu'au raccordement avec l'équipement de fond, un équilibre hydrostatique est réalisé dans ladite conduite flexible.

[0018] Après raccordement de la conduite flexible à l'équipement de fond, la conduite flexible est soumise à des sollicitations extérieures qui peuvent être classées en deux principales catégories.

[0019] La première catégorie est essentiellement constituée par des contraintes de traction qui se développent, d'une part, au niveau du raccordement de l'extrémité supérieure de la conduite flexible avec l'équipement de surface et, d'autre part, avant et après les organes de flottaison disposés sur ladite conduite.

[0020] La deuxième catégorie est constituée par les contraintes développées pendant les conditions d'utilisation de la conduite flexible, c'est-à-dire pendant le transport de l'effluent ou lorsque la conduite flexible est vide ce qui correspond à un arrêt de circulation de l'effluent (conduite vide). Dans les deux cas, il règne à l'intérieur de la conduite flexible une pression intérieure  $P_{int}$  et à l'extérieur de la conduite une pression extérieure  $P_{ext}$ .

[0021] Lorsque la différence  $\Delta P = (P_{int} - P_{ext})$  est positive, les contraintes induites dans la conduite flexible sont radiales et longitudinales, les deux contraintes étant considérées comme positives parce qu'elles sont dirigées vers l'extérieur de la conduite. La contrainte radiale se manifeste par un gonflement alors que la contrainte longitudinale se manifeste par un allonge-

ment de la conduite flexible.

[0022] Lorsque la différence  $\Delta P = (P_{int} - P_{ext})$  est négative, les contraintes sont considérées comme étant négatives parce qu'elles sont dirigées vers l'intérieur de la conduite. La contrainte radiale se manifeste par une compression et la contrainte longitudinale se manifeste par un raccourcissement de ladite conduite flexible.

[0023] Les contraintes longitudinales dans les deux cas où la différence  $\Delta P$  est positive ou négative sont des contraintes de traction.

[0024] L'effet de fond T induit dans une conduite flexible dépend entre autre de la différence de pression  $\Delta P = (P_{int} - P_{ext})$  et des rayons interne et externe de ladite conduite.

[0025] Lorsque T est positif, l'effet de fond est dit effet de fond direct.

[0026] Lorsque T est négatif, l'effet de fond est dit effet de fond inverse.

[0027] Jusqu'à une certaine profondeur, l'effet de fond inverse a peu de conséquences dommageables pour la conduite flexible et ce, quelle que soit la valeur négative de  $\Delta P$ .

[0028] Au-delà d'une certaine profondeur, l'effet de fond inverse peut avoir de graves conséquences qui peuvent conduire à une détérioration de la conduite flexible. C'est ainsi que la partie de la conduite flexible située à une profondeur comprise par exemple entre 1250 m et 3000 m peut être soumise à l'effet de fond inverse lorsque la différence  $\Delta P$  est fortement négative, ledit effet de fond pouvant induire localement une déformation plastique des fils d'armures ce qui conduirait à une détérioration irréversible de la conduite flexible.

[0029] De plus, lorsqu'il se produit une rupture de la gaine externe, pour quelque raison que ce soit, la pression dans l'annulaire augmente et devient égale à la pression extérieure qui s'exerce sur la conduite flexible. A 1500 m de profondeur, la pression extérieure qui s'exerce sur la partie de la conduite flexible immergée à cette profondeur est égale à environ 150 bar et les armures qui subissent cette pression externe ont tendance à se vriller.

[0030] La présente invention a pour but de proposer une nouvelle structure pour une conduite flexible qui permet de s'opposer efficacement à l'effet de fond inverse.

[0031] La présente invention a pour objet une conduite flexible du type non liée et comprenant, de l'intérieur vers l'extérieur, un ensemble interne et qui comporte une voûte de pression, un premier groupe d'armures de traction intérieur, un deuxième groupe d'armures de traction extérieur et une gaine externe d'étanchéité, les armures de traction desdits groupes intérieur et extérieur étant enroulées avec un angle d'armage inférieur à 55°, caractérisée en ce qu'une gaine intermédiaire étanche est interposée entre les deux groupes d'armures de traction intérieur et extérieur, le groupe d'armures de traction intérieur étant enroulé à pas court et avec un angle d'armage supé-

rieur à 35° et inférieur à 55° et le groupe d'armures de traction extérieur étant enroulé à pas long et avec un angle d'armage inférieur à 30°.

[0032] Suivant le type de conduite flexible ("Rough-bore" ou "Smooth-bore" en anglais), l'ensemble interne étanche est constitué par une carcasse interne, une gaine d'étanchéité interne et une voûte de pression ou par une gaine interne d'étanchéité et une voûte de pression.

[0033] Un avantage de la présente invention réside dans le fait que la conduite flexible résiste bien à l'effet de fond inverse et ce, bien qu'on ait éliminé, d'une part, la gaine anti-collaps dans un flexible dont l'élément le plus intérieur est constitué par une gaine étanche à paroi lisse et, d'autre part, la bande de renfort qui est habituellement disposée directement sous la gaine externe d'étanchéité. En fait, on réalise une conduite flexible à deux annulaires intérieur et extérieur sensiblement concentriques et comprenant chacun des éléments spécifiques.

[0034] Un annulaire est l'espace compris entre deux gaines tubulaires concentriques étanches. L'annulaire intérieur est délimité par la gaine d'étanchéité interne et la gaine intermédiaire, et comprend la voûte de pression et le groupe d'armures intérieur alors que l'annulaire extérieur est délimité par la gaine intermédiaire et la gaine externe d'étanchéité et comprend le groupe d'armures extérieur.

[0035] Dans un flexible dont l'élément le plus intérieur est constitué par une carcasse selon l'invention, la structure est la même que celle décrite ci-dessus à la différence que la carcasse est disposée au-dessous de l'annulaire intérieur, c'est-à-dire au-dessous de la gaine d'étanchéité interne.

[0036] Lorsqu'à la suite d'un accident quelconque, la gaine externe d'étanchéité est endommagée, la pression extérieure s'exerçant sur la partie de la conduite flexible située à une profondeur de 1 800 m, par exemple, peut atteindre 180 bar environ; cette pression est transmise dans l'annulaire extérieur et sur la gaine intermédiaire, ce qui amène cette dernière à se plaquer contre le groupe d'armures intérieur. Mais comme la gaine intermédiaire constitue une barrière d'étanchéité pour le groupe d'armures intérieur, l'eau qui a pénétré dans l'annulaire extérieur n'est pas diffusée dans l'annulaire intérieur, ce qui évite le gonflement des nappes d'armures constituant ledit groupe d'armures intérieur et leur déformation en "cage d'oiseau". En effet, la pression d'eau s'exerçant sur la face externe de la gaine intermédiaire équilibre les forces de compression induites sur l'autre face de ladite gaine intermédiaire. En conséquence, le groupe d'armures extérieur ne peut se déformer en "cage d'oiseau" parce qu'il est maintenu par la structure interne.

[0037] Selon une autre caractéristique de la présente invention, la différence entre les angles d'armage des groupes d'armures de traction intérieur et extérieur est supérieure à 5°, et de préférence, comprise entre 10 et

15°.

[0038] Selon une autre caractéristique de la présente invention, le ou les gaz présents dans l'effluent et diffusant à travers la gaine interne d'étanchéité sont drainés vers l'embout terminal de surface de la conduite flexible dès qu'ils parviennent dans l'annulaire intérieur. De ce fait, ils ne diffusent pas ou diffusent très peu à travers la gaine intermédiaire étanche, ce qui évite la détérioration du groupe d'armures extérieur.

[0039] Ainsi, l'annulaire extérieur, compris entre la gaine intermédiaire et la gaine d'étanchéité externe est sec, vis-à-vis du gaz.

[0040] D'autres avantages et caractéristiques ressortiront mieux à la lecture d'un mode de réalisation préféré de l'invention, ainsi que des dessins annexés sur lesquels :

- la figure 1 est une vue partielle arrachée en perspective d'une conduite flexible selon un premier mode de réalisation de l'invention, du type flexible dont l'élément le plus intérieur est constitué par une carcasse ;
- la figure 2 est une vue analogue à celle de la figure 1 mais selon une autre variante du premier mode de réalisation ;
- la figure 3 est une vue partielle attachée en perspective d'une conduite flexible selon un deuxième mode de réalisation de l'invention, du type flexible dont l'élément le plus intérieur est constitué par une gaine étanche à paroi lisse ;
- la figure 4 est une vue schématique en coupe et partielle de la conduite flexible, munie d'un embout terminal ;
- la figure 5 est une représentation graphique du rapport  $\sigma_1/\sigma_2$  en fonction de la pression externe pour des pressions internes données.

[0041] Selon un premier mode de réalisation (figure 1), la conduite flexible est du type dans laquelle l'élément le plus intérieur est constitué par une carcasse et elle comprend, de l'intérieur vers l'extérieur, une carcasse métallique 1, une gaine interne d'étanchéité 2, réalisée dans un matériau polymérique par exemple, une voûte de pression 3, une frette 4 constituée par un enroulement à pas court d'un fil rectangulaire dont l'épaisseur est variable d'une utilisation à une autre, un groupe d'armures de traction intérieur 5, une gaine intermédiaire étanche 6, polymérique par exemple, un groupe d'armures de traction extérieur 7 et une gaine d'étanchéité externe 8 également en un matériau polymérique.

[0042] La frette 4 n'est pas toujours utilisée et ne présente un intérêt que lorsque le gisement exploité est sous forte pression, parce qu'elle aide au renforcement de la voûte de pression pour résister efficacement à la contrainte circonférentielle.

[0043] La voûte de pression 3 est constituée, par exemple, par un enroulement hélicoïdal d'un fil de forme

autour de la gaine interne 2, l'angle de l'hélice formé par l'enroulement étant proche de 90° par rapport à l'axe longitudinal A de ladite conduite. L'enroulement de la voûte de pression 3 peut constituer ce qu'il est convenu d'appeler un groupe d'armures résistant à la compo-  
sante circonférentielle de la pression même s'il s'agit d'une seule couche d'enroulement.

[0044] Le fait d'avoir inséré une gaine intermédiaire étanche 6, entre les deux groupes d'armures de traction 5 et 7, a permis, d'une manière inattendue et surprenante, de constater que la conduite flexible selon l'invention résistait considérablement à l'effet de fond inverse. C'est ainsi que malgré une déchirure effectuée sur la gaine externe d'étanchéité 8 et une application d'une pression externe supérieure à 100 bar, le groupe d'armures de traction extérieur 7 ne se déformait pas en "cage d'oiseau" et que le gonflement des groupes d'armures de traction 5 et 7 restait maintenu dans des limites acceptables.

[0045] Selon la présente invention, le premier groupe d'armures de traction intérieur 5 est constitué, de préférence, par deux nappes d'armures de traction 9 et 10, enroulées en sens inverse suivant un enroulement hélicoïdal à pas court dont l'angle d'armage, défini par rapport à l'axe longitudinal A de la conduite, est inférieur à 55° mais supérieur à 35° et de préférence, compris entre 35° et 45°. Ces nappes d'armures de traction 9 et 10 ont pour fonction principale de résister aux composantes longitudinales ou axiales des pressions externe et interne de la conduite flexible, même si elles participent à la résistance des autres contraintes qui se développent dans la conduite flexible. Bien entendu, lesdites nappes d'armures de traction 9 et 10 seront calculées et réalisées dans des matériaux appropriés pour un bon fonctionnement en fonction de l'effluent qui circulera dans ladite conduite flexible et de la profondeur d'eau à laquelle elle est immergée.

[0046] Tant que la conduite flexible est pleine d'un fluide tel que l'effluent qui circule à l'intérieur, les seules contraintes appliquées à la conduite sont des contraintes radiales ou circonférentielles qui sont reprises par la voûte de pression 3, et les contraintes de traction dues à un allongement ou à un raccourcissement de ladite conduite qui sont reprises par les nappes d'armures de traction 9 et 10. Or, le fait d'effectuer un enroulement à pas moyen sur la première nappe d'armures rend cette dernière apte à résister auxdites contraintes de traction. Avec un angle d'armage de 35° et de préférence inférieur à 45°, on est assuré que les contraintes de traction développées par les efforts conjugués des pressions interne et externe, lorsque la conduite flexible est en service, seront supportées presque en totalité, par les nappes d'armures de traction 9 et 10.

[0047] Pour faire en sorte que les autres contraintes de traction, développées lors de la pose de la conduite telles que le poids, ne soient pas supportées en totalité par les nappes d'armures de traction 9 et 10, la présente invention préconise de réaliser le groupe d'armu-

res de traction extérieur 7 de telle sorte qu'il reprenne une partie plus ou moins importante desdites autres contraintes de traction. A cet effet, le deuxième groupe d'armures de traction extérieur 7 est constitué par au moins un enroulement hélicoïdal à pas long et dont l'angle d'armage est inférieur à 30°.

[0048] Dans le mode de réalisation de la figure 1, le groupe d'armures de traction extérieur 7 est constitué par une tresse 11 réalisée par exemple avec des fils de carbone.

[0049] Dans le mode de réalisation de la figure 2, le groupe d'armures de traction extérieur 7 est constitué par deux nappes d'armures 12 et 13 qui sont enroulées en sens inverse avec un pas long et dont l'angle d'armage de chacune est inférieur à 30° et, de préférence, compris entre 15 et 30°. Le sens de l'enroulement de la nappe 12 est, de préférence mais non nécessairement, le même que celui de la nappe 9 du groupe d'armures de traction intérieur 5, alors que le sens d'enroulement de la nappe 13 est le même que celui de la nappe 10.

[0050] Selon un autre mode de réalisation représenté sur la figure 3, la conduite flexible est du type dans laquelle l'élément le plus intérieur est constitué par une gaine étanche à paroi lisse et elle comprend, de l'intérieur vers l'extérieur, une gaine interne 14, la voûte de pression 3, le groupe d'armures de traction intérieur 5 constitué par les deux nappes d'armures 9, 10, la gaine intermédiaire étanche 6, le groupe d'armures de traction extérieur 7 constitué par les deux nappes d'armures 12 et 13 et enfin la gaine externe d'étanchéité 8.

[0051] L'angle d'armage de chaque nappe d'armures de traction des deux groupes intérieur 5 et 7 est inférieur à 55°.

[0052] Selon une autre caractéristique de l'invention, le système de drainage des gaz (figure 4) est constitué par une tubulure 16 dont une extrémité 17 est insérée entre les nappes d'armures de traction 9 et 10 du groupe d'armures de traction intérieur 5 et dont l'autre extrémité 18 débouche à l'air libre, à travers un orifice 19 ménagé dans l'embout terminal de surface 20 de la conduite flexible. Sur la figure 4 très simplifiée et schématisée, la référence 21 désigne l'ensemble constitué par tous les éléments situés sous la gaine d'étanchéité externe 8, ledit ensemble comprenant notamment les nappes d'armures de traction 9 et 10 du groupe d'armures 5, entre lesquelles débouche l'extrémité 17 de la tubulure de drainage 16.

[0053] Les gaz présents dans l'effluent diphasique circulant dans la conduite flexible diffusent à travers la gaine interne 2 ou 14, la voûte de pression 3 et les nappes d'armures de traction 9 et 10 du groupe d'armures 5, et remontent vers l'embout terminal de surface 20. Comme la tubulure de drainage débouche entre les nappes d'armures de traction 9 et 10, les gaz seront drainés par ladite tubulure de drainage 16, de la même manière que si la tubulure de drainage débouchait juste au-dessous de la gaine d'étanchéité externe, ainsi que

cela est explicité dans la demande EP 0 341 144. Toutefois, dans la conduite flexible décrite ci-dessus, la présence d'une soupape n'est pas nécessaire mais rien n'empêche d'en prévoir une si on le souhaite, qu'elle soit à pression différentielle ou non.

[0054] De plus, les gaz ne diffusent ou diffusent très peu à travers la gaine intermédiaire étanche 6. En effet, comme l'annulaire intérieur communique avec l'atmosphère, il est donc à la pression atmosphérique et la pression des gaz exercée sur la gaine intermédiaire étanche 6 est très faible, de l'ordre du bar, les gaz n'ayant aucune raison de diffuser à travers la gaine intermédiaire étanche 6 puisqu'ils peuvent s'échapper par l'orifice 19.

[0055] Le drainage des gaz étant effectué dans l'annulaire intérieur, le risque de gonflement de l'annulaire extérieur est fortement réduit et le risque d'endommagement par les gaz de la gaine externe d'étanchéité est quasiment nul.

[0056] Lorsqu'on souhaite simuler le comportement d'une conduite flexible selon l'invention, on établit des courbes représentatives de l'évolution du rapport  $\sigma_1/\sigma_2$  en fonction de la pression externe  $P_{ext}$  pour différentes valeurs de la pression interne  $P_{int}$  (figure 5).

[0057] En simplifiant les calculs, on peut valablement représenter le rapport  $\sigma_1/\sigma_2$  par l'expression suivante.

$$\frac{\sigma_1}{\sigma_2} = \frac{E_1 \cos^2 \alpha_1}{E_2 \cos^2 \alpha_2} = \left[ \frac{1 + k \tan^2 \alpha_1}{1 + k \tan^2 \alpha_2} \right]$$

Dans cette expression :

$\sigma_1$  est la contrainte de traction dans les nappes d'armures de traction 9 et 10,

$\sigma_2$  est la contrainte de traction dans les nappes d'armures de traction 12 et 13,

$E_1$  est le module d'élasticité du matériau des nappes d'armures de traction 9 et

10 supposées réalisées avec un même matériau,

$E_2$  est le module d'élasticité du matériau des nappes d'armures de traction

12 et 13 supposées réalisées avec un même matériau,

$\alpha_1$  est l'angle d'armage des nappes d'armures de traction 9 et 10,

$\alpha_2$  est l'angle d'armage des nappes d'armures de traction 12 et 13,

$K$  est un nombre qui dépend des angles d'armage et des raideurs

$E_i e_i$  de la voûte de pression et des groupes d'armures de traction intérieur et

extérieur,  $e_i$  étant l'épaisseur équivalente de la nappe  $i$  considérée.

[0058] L'analyse des courbes de la figure 5 montre

que lorsque  $P_{int} = P_{ext}$ , alors la conduite flexible n'est pratiquement pas soumise à une compression, quelle que soit la profondeur d'eau, ladite conduite flexible étant soumise principalement à des contraintes de traction. Dès que la valeur absolue de la différence  $\Delta P$  est égale ou supérieure à 100 bar, alors le domaine de compression peut débuter à partir de 1250 m de profondeur pour une valeur du rapport  $\sigma_1/\sigma_2$  égale à environ 0,23.

[0059] De préférence, la raideur  $e_2 E_2$  du groupe d'armures de traction extérieur 7 est supérieure à la raideur  $e_1 E_1$  du groupe d'armures de traction intérieur 5, le rapport  $e_2 E_2 / e_1 E_1$  desdites raideurs étant supérieur à 1 et, de préférence, compris entre 1 et 4. Parmi les matériaux convenant à la réalisation du groupe d'armures extérieur, on peut citer, outre le carbone, un polyaramide ou tout autre matériau à haut module d'élasticité.

## Revendications

1. Conduite flexible du type non lié et comprenant de l'intérieur vers l'extérieur, un ensemble interne et qui comporte une voûte de pression, un premier groupe d'armures de traction intérieur (5), un deuxième groupe d'armures de traction extérieur (7) et une gaine d'étanchéité externe (8), les armures de traction desdits groupes intérieur et extérieur étant enroulées avec un angle d'armage inférieur à 55°, caractérisée en ce qu'une gaine intermédiaire étanche (6) est interposée entre les deux groupes d'armures de traction intérieur (5) et extérieur (7), le groupe d'armures de traction intérieur (5) étant enroulé à pas court et avec un angle d'armage supérieur à 35° et inférieur à 55° et le groupe d'armures de traction extérieur (7) étant enroulé à pas long et avec un angle d'armage inférieur à 30°.
2. Conduite flexible selon la revendication 1, dans laquelle chaque groupe d'armures de traction (5 et 7) est constitué par au moins deux nappes d'armures (9, 10, 12, 13) enroulées dans des sens opposés caractérisée en ce que les angles d'armage des groupes d'armures de traction intérieur (5) et extérieur (7) présentent une différence supérieure à 5° et de préférence comprise entre 10 et 15°.
3. Conduite flexible selon l'une des revendications 1 ou 2, caractérisée en ce que le groupe d'armures de traction extérieur (7) est constitué par un enroulement d'un fil de carbone.
4. Conduite flexible selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que le groupe d'armures de traction extérieur (7) est constitué par une tresse (11) réalisée avec des fils de carbone.
5. Conduite flexible selon l'une des revendications précédentes, caractérisée en ce que la raideur du

matériau utilisé pour le groupe d'armures de traction extérieur (7) est supérieure à la raideur du groupe d'armures de traction intérieur (5).

6. Conduite flexible selon la revendication 5, caracté- 5  
risée en ce que le rapport desdites raideurs est  
supérieur à 1 et de préférence compris entre 1 et 4.
  
7. Conduite flexible selon l'une des revendications 10  
précédentes, du type comprenant en outre un sys-  
tème de drainage des gaz constitué par au moins  
une tubulure de drainage (16) dont une extrémité  
(18) débouche au moins indirectement à l'air libre,  
caractérisée en ce que l'autre extrémité (17) de 15  
ladite tubulure de drainage (16) débouche entre les  
nappes d'armures de traction (9, 10) du groupe  
d'armures intérieur (5).
  
8. Conduite flexible selon l'une des revendications 20  
précédentes, caractérisée en ce qu'elle comprend  
un annulaire intérieur délimité par une gaine interne  
d'étanchéité (2, 14) et la gaine intermédiaire étan-  
che (6) et comprenant une voûte de pression (3) et  
un groupe d'armures de traction (5). 25
  
9. Conduite flexible selon l'une des revendications 1 à 30  
7, caractérisée en ce qu'elle comprend un annu-  
laire extérieur délimité par la gaine d'étanchéité  
externe (8) et ladite gaine intermédiaire étanche (6)  
et comprenant un groupe d'armures de traction  
extérieur (7).

35

40

45

50

55

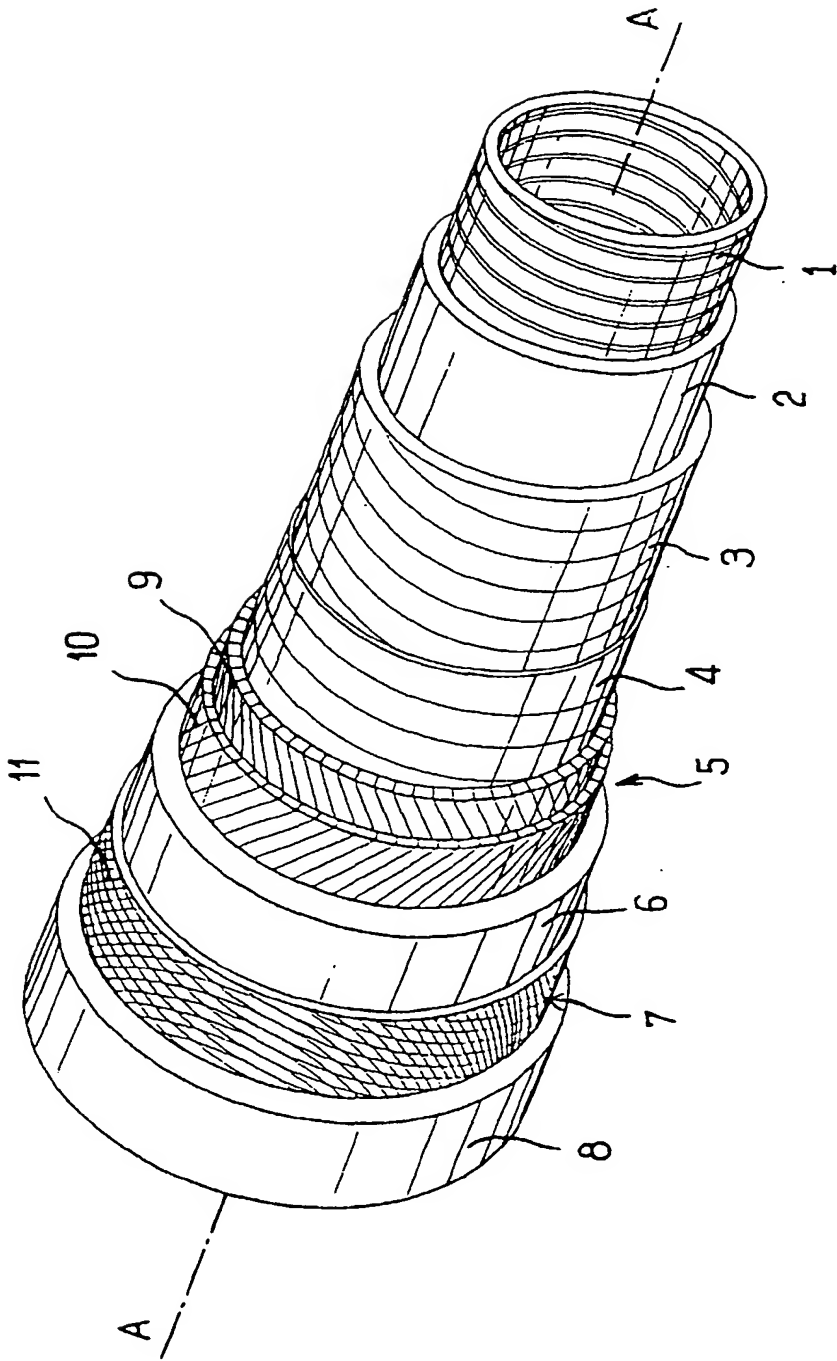


FIG. 1

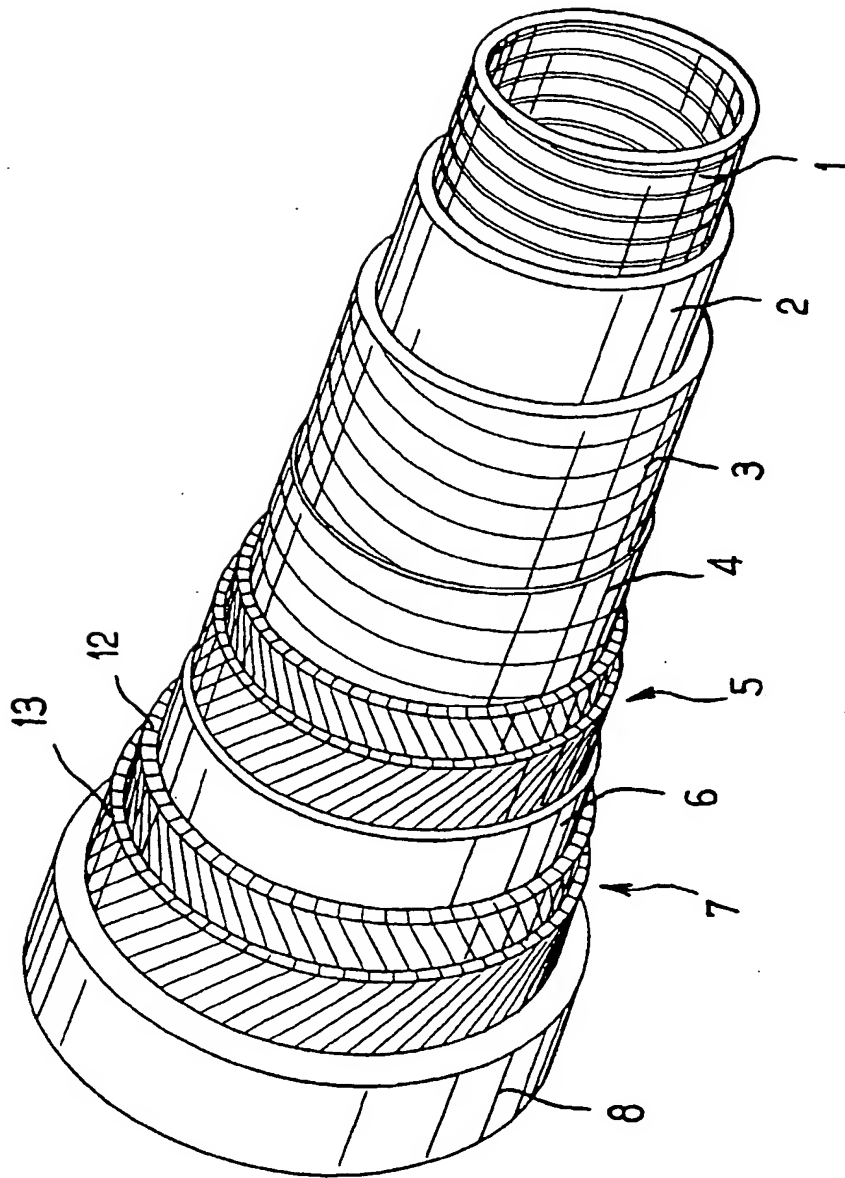


FIG. 2

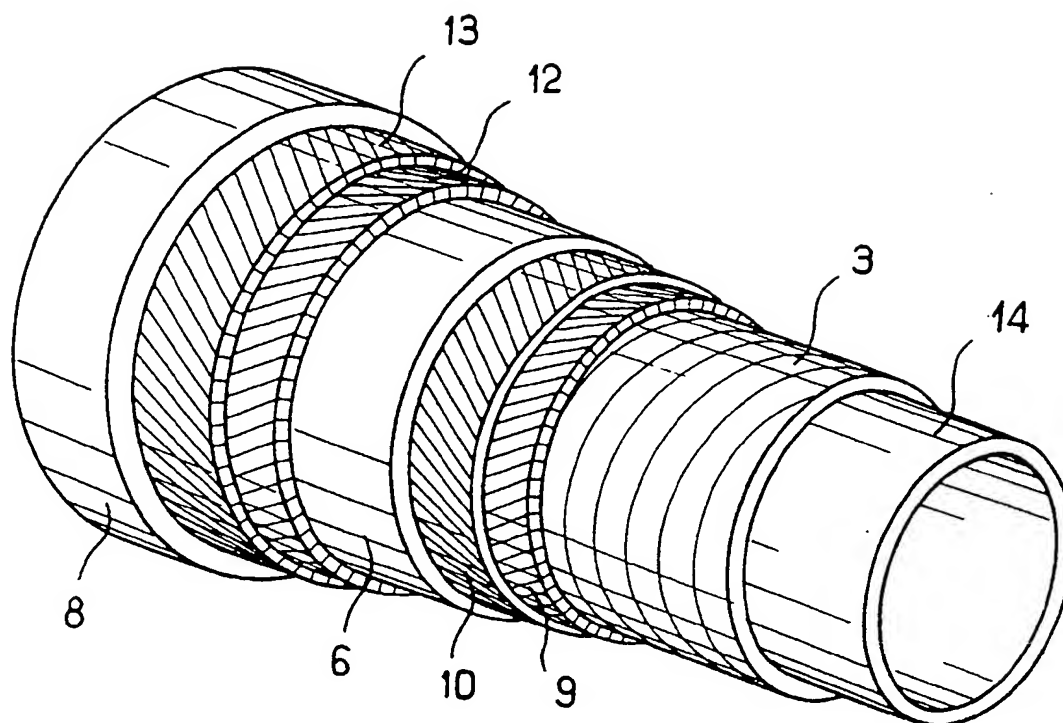


FIG. 3



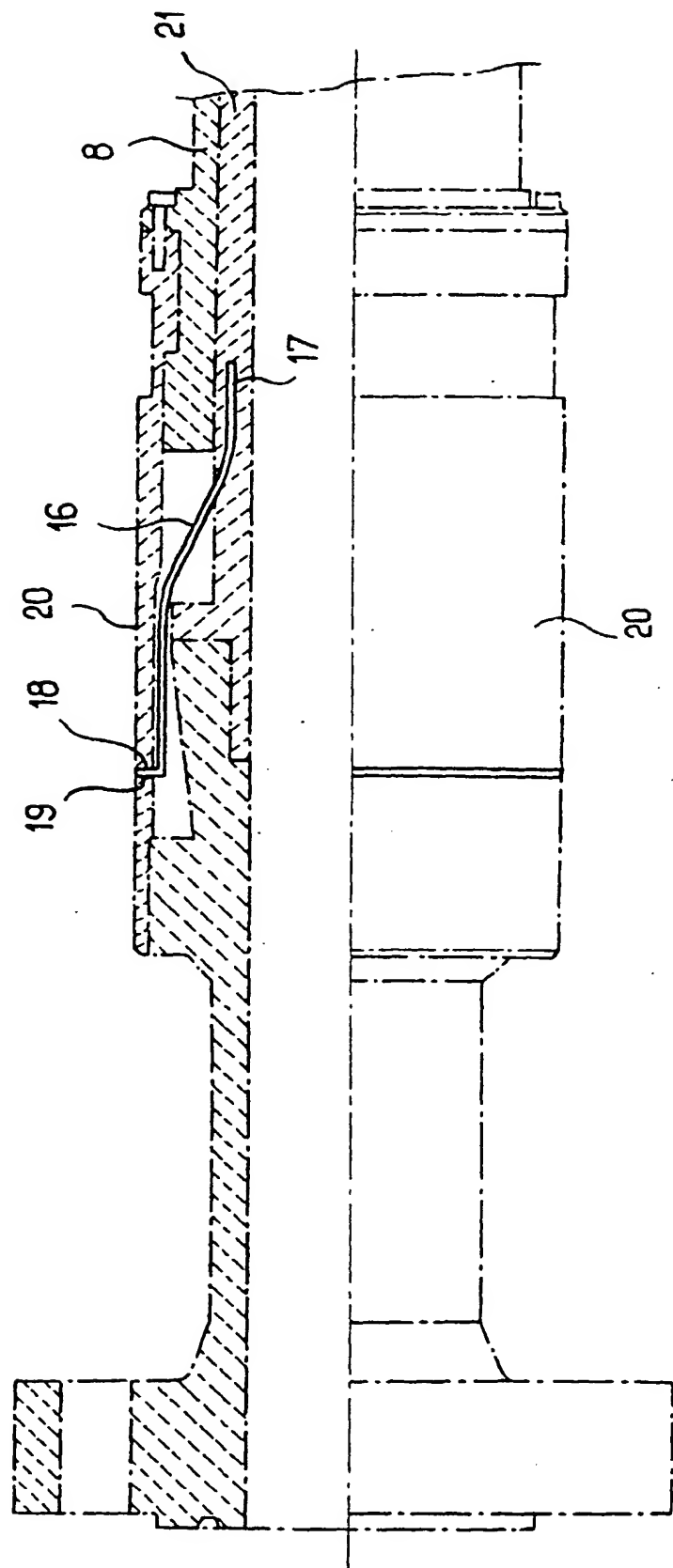
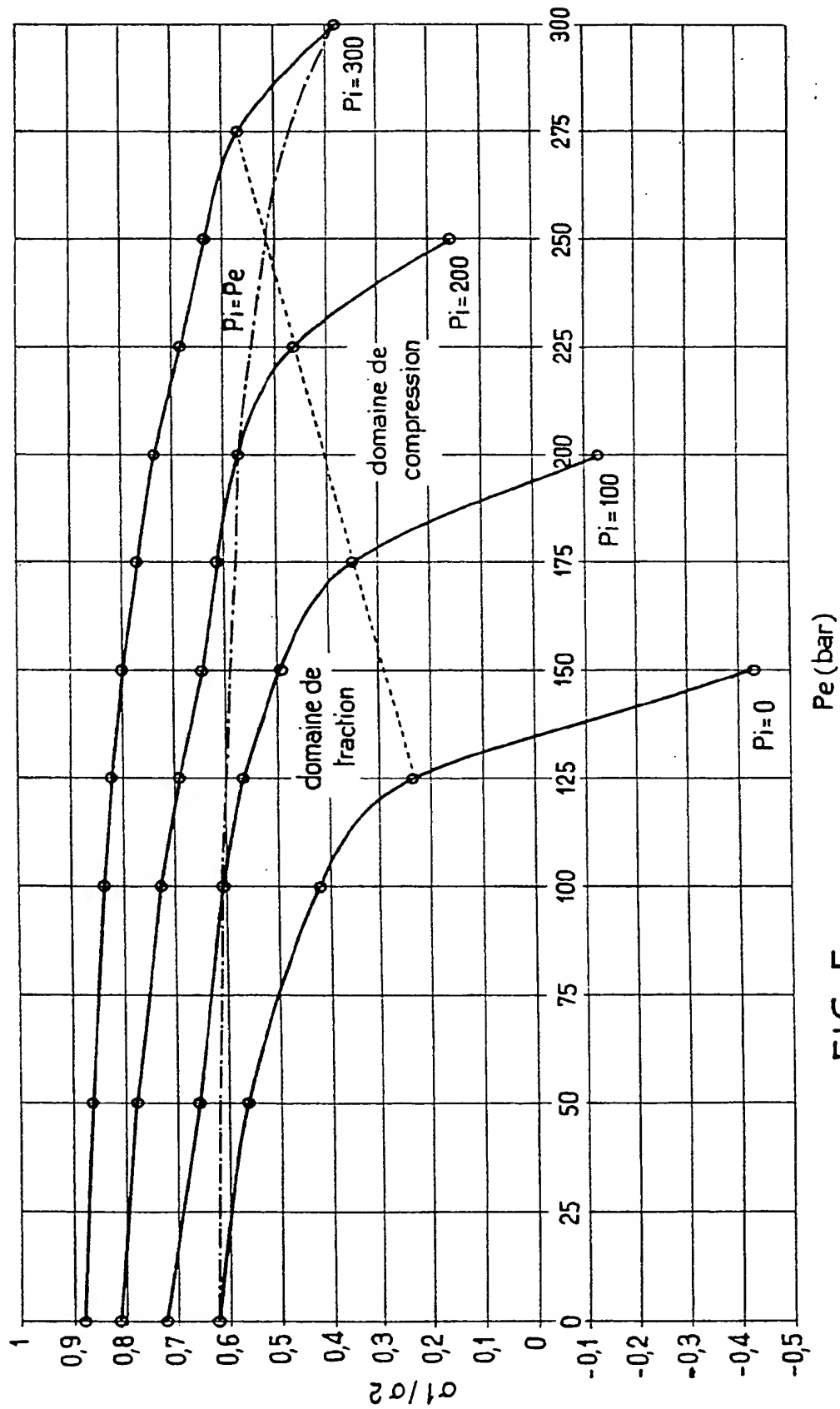


FIG. 4

Sous tension  $T = 1000 \text{ kN}$

évolution du rapport  $\sigma_1/\sigma_2$  avec la pression



$P_e$  (bar)

**FIG. 5**

(19)



Europäisches Patentamt  
European Patent Office  
Office européen des brevets



(11)

**EP 0 937 932 A3**

(12)

**DEMANDE DE BREVET EUROPEEN**

(88) Date de publication A3:  
07.08.2002 Bulletin 2002/32

(51) Int Cl.7: **F16L 11/08**

(43) Date de publication A2:  
25.08.1999 Bulletin 1999/34

(21) Numéro de dépôt: **98403017.1**

(22) Date de dépôt: **02.12.1998**

(84) Etats contractants désignés:  
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU  
MC NL PT SE**  
Etats d'extension désignés:  
**AL LT LV MK RO SI**

(72) Inventeurs:  
• **Seguin, Bruno Roger**  
30000 Nîmes (FR)  
• **Maloberti, René Antoine**  
94500 Champigny sur Marne (FR)

(30) Priorité: **18.02.1998 FR 9801969**

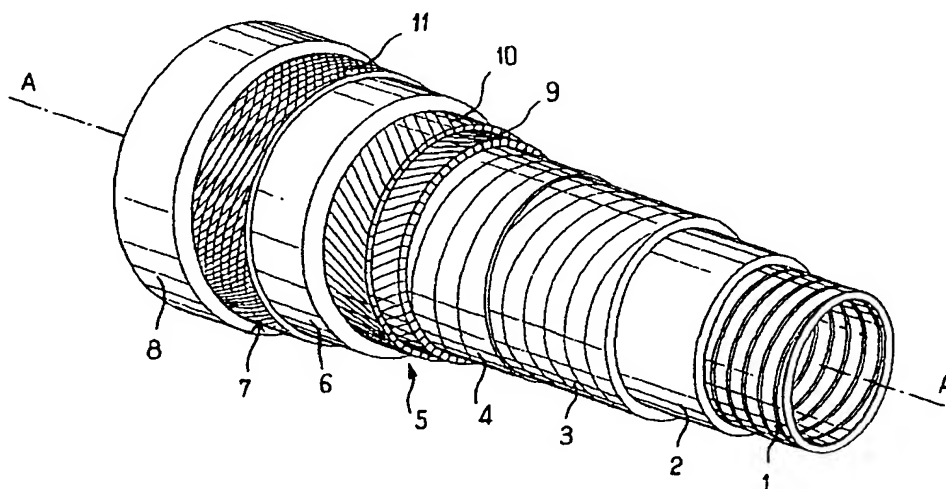
(74) Mandataire: **Levy, David et al**  
c/o **S.A. FEDIT-LORiot & AUTRES**  
**CONSEILS EN PROPRIETE INDUSTRIELLE**  
38, Avenue Hoche  
75008 Paris (FR)

(71) Demandeur: **COFLEXIP**  
92973 Paris La Defense (FR)

**(54) Conduite flexible pour colonne montante dans une exploitation pétrolière en mer**

(57) Elle est du type non lié et comprend de l'intérieur vers l'extérieur, un ensemble interne qui comporte une voûte de pression, un premier groupe d'armures de traction intérieur (5), un deuxième groupe d'armures de traction extérieur (7) et une gaine d'étanchéité externe (8), les armures de traction desdits groupes intérieur et extérieur étant enroulées avec un angle d'armage infé-

rieur à 55°, caractérisée en ce qu'une gaine intermédiaire étanche (6) est interposée entre les deux groupes d'armures de traction intérieur (5) et extérieur (7), le groupe d'armures de traction intérieur (5) étant enroulé à pas court et avec un angle d'armage supérieur à 35° et inférieur à 55° et le groupe d'armures de traction extérieur (7) étant enroulé à pas long et avec un angle d'armage inférieur à 30°.



**FIG. 1**

**EP 0 937 932 A3**



Office européen  
des brevets

# RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande  
EP 98 40 3017

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS			
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (Int.CI.8)
X,D	US 4 403 631 A (ABDULLAEV GASAN M B O ET AL) 13 septembre 1983 (1983-09-13)	1	F16L11/08
Y	* colonne 7, ligne 44 - ligne 51; revendications 1,4; figures 7,8 *	3,4	
A	---	2	
Y	US 5 645 109 A (HERRERO JOSE MALLÉN ET AL) 8 juillet 1997 (1997-07-08)	3	
A	* colonne 8, ligne 5 - ligne 10; figures *	1,2	
Y,D	DE 34 40 459 A (PHOENIX AG) 7 mai 1986 (1986-05-07)	4	
A	* figure *	1	
A,D	FR 2 619 193 A (COFLEXIP) 10 février 1989 (1989-02-10)	1	
A	WO 92 00481 A (COFLEXIP ; INST FRANCAIS DU PETROL (FR)) 9 janvier 1992 (1992-01-09)	1	
A,D	FR 2 557 254 A (INST FRANCAIS DU PETROL) 28 juin 1985 (1985-06-28)	1	
	* abrégé; figure 2 *		F16L
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			
Lieu de la recherche		Date d'achèvement de la recherche	Examineur
LA HAYE		13 juin 2002	Budtz-Olsen, A
<p>CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES</p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul  Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie  A : arrière-plan technologique  O : divulgation non-écrite  P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention  E : document de brevet antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date  D : cité dans la demande  L : cité pour d'autres raisons  &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

EPO FORM 1503 03 82 (P04CC2)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 98 40 3017

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

13-06-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 4403631	A	13-09-1983	AUCUN	
US 5645109	A	08-07-1997	FR 2664019 A1	03-01-1992
			US 5813439 A	29-09-1998
			AU 646477 B2	24-02-1994
			AU 8105591 A	23-01-1992
			BR 9105805 A	18-08-1992
			CA 2064837 A1	30-12-1991
			DE 69104331 D1	03-11-1994
			DE 69104331 T2	16-03-1995
			DK 489896 T3	13-03-1995
			EP 0489896 A1	17-06-1992
			ES 2062803 T3	16-12-1994
			WO 9200481 A1	09-01-1992
			JP 2659277 B2	30-09-1997
			JP 5504818 T	22-07-1993
			NO 304390 B1	07-12-1998
			RU 2068523 C1	27-10-1996
DE 3440459	A	07-05-1986	DE 3440459 A1	07-05-1986
FR 2619193	A	10-02-1989	FR 2619193 A1	10-02-1989
			AU 613937 B2	15-08-1991
			AU 2036088 A	09-02-1989
			BR 8803824 A	21-02-1989
			CA 1320917 A1	03-08-1993
			DE 3863141 D1	11-07-1991
			DE 302784 T1	07-12-1989
			DK 431488 A	04-02-1989
			EP 0302784 A1	08-02-1989
			HU 48345 A2	29-05-1989
			JP 1131393 A	24-05-1989
			JP 2637779 B2	06-08-1997
			NO 883409 A , B ,	06-02-1989
			SU 1738101 A3	30-05-1992
			US 5024252 A	18-06-1991
WO 9200481	A	09-01-1992	FR 2664019 A1	03-01-1992
			AU 646477 B2	24-02-1994
			AU 8105591 A	23-01-1992
			BR 9105805 A	18-08-1992
			CA 2064837 A1	30-12-1991
			DE 69104331 D1	03-11-1994
			DE 69104331 T2	16-03-1995
			DK 489896 T3	13-03-1995
			EP 0489896 A1	17-06-1992

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE  
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 98 40 3017

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.  
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du  
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

13-06-2002

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 9200481	A		ES 2062803 T3	16-12-1994
			WO 9200481 A1	09-01-1992
			JP 2659277 B2	30-09-1997
			JP 5504818 T	22-07-1993
			NO 304390 B1	07-12-1998
			RU 2068523 C1	27-10-1996
			US 5645109 A	08-07-1997
			US 5813439 A	29-09-1998
FR 2557254	A	28-06-1985	FR 2557254 A1	28-06-1985
			BR 8406711 A	22-10-1985
			CA 1302910 A1	09-06-1992
			DE 3467235 D1	10-12-1987
			EP 0147288 A2	03-07-1985
			ES 293465 U	01-08-1986
			JP 1878793 C	07-10-1994
			JP 6001114 B	05-01-1994
			JP 60157581 A	17-08-1985
			NO 845146 A ,B,	24-06-1985
			US 5176179 A	05-01-1993
			US 4867205 A	19-09-1989

EPO FORM P0482

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82